Saintia Matematika
Vol. 1, No. 4 (2013), pp. 313–324.

PREDIKSI KEBUTUHAN BERAS DI PROVINSI SUMATERA UTARA TAHUN 2013-2015 DENGAN METODE *FUZZY* REGRESI BERGANDA

Ristauli Pakpahan, Tulus, Marihat Situmorang

Abstrak. *Kebutuhan beras masyarakat Sumatera Utara setiap tahun selalu berubah-ubah tergantung pada jumlah penduduk, jumlah produksi padi dan jumlah produksi beras. Penelitian ini menggunakan metode fuzzy regresi berganda untuk memprediksi kebutuhan beras masyarakat Sumatera Utara. Metode ini menggunakan 4 variabel, yaitu : jumlah penduduk (X_1), jumlah produksi padi (X_2), jumlah produksi beras (X_3) dan jumlah kebutuhan beras (Y). Nilai tegas diperoleh sebagai fungsi X, yaitu $Y = F(X)$. Nilai Y bukan nilai eksak dengan toleransi error nilai Y cukup kecil sebagai fungsi dari X, sehingga dibuat suatu interval yang memuat semua data hasil regresi. Hasil perhitungan menunjukkan metode fuzzy regresi berganda dapat mengakomodasi jumlah prediksi kebutuhan beras masyarakat Sumatera Utara tahun 2013-2015.*

1. PENDAHULUAN

Ketersediaan beras merupakan hal penting bagi masyarakat Sumatera Utara karena beras merupakan sumber kalori utama dan ketersediaan beras baik langsung atau tidak langsung akan mempengaruhi harga bahan pokok lainnya.

Received 13-06-2013, Accepted 20-06-2013.
2013 Mathematics Subject Classification: 62J86, 03E75, 11J83
Kata Kunci: *Regresi Berganda*, *Teori Fuzzy*, *Matriks*,*Fuzzy Regresi Berganda*

Sehubungan dengan itu, seperti yang dimuat di berbagai berita elektronik, Provinsi Sumatera Utara menghadapi permasalahan serius karena kurangnya ketersediaan beras, sehingga masih mengandalkan pasokan beras dari luar daerah Sumatera Utara. Banyak beras yang dibutuhkan masyarakat Sumatera Utara setiap tahun berbeda-beda, namun pada kenyataannya, pemerintah tidak dapat menetapkan secara pasti jumlah kebutuhan beras yang dibutuhkan. Tulisan ini bertujuan untuk memprediksikan jumlah kebutuhan beras Provinsi Sumatera Utara tahun 2013-2015 dengan metode *fuzzy* regresi linier berganda.

2. LANDASAN TEORI

Pengertian Logika *Fuzzy*

Fuzzy secara bahasa diartikan sebagai kabur atau samar yang artinya suatu nilai dapat bernilai benar atau salah secara bersamaan. Dalam *fuzzy* dikenal derajat keanggotaan yang memiliki rentang nilai 0 (nol) hingga 1 (satu). Logika *fuzzy* merupakan suatu logika yang memiliki nilai kekaburan atau kesamaran (*fuzzyness)*, artinya suatu nilai dapat bernilai benar atau salah secara bersamaan.

Penggunaan Matriks Dalam Regresi Linier Berganda

Nasendi menyatakan, matriks merupakan himpunan unsur-unsur yang disusun menurut baris dan kolom, sehingga berbentuk empat persegi panjang[3]. Bentuk umum persamaan regresi linier berganda adalah

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + ... + \beta_{ki} X_{ki} + \varepsilon$$

apabila dinyatakan dalam bentuk matriks, akan diperoleh persamaan

$$Y = X\beta + \varepsilon, \tag{1}$$

yang dibuat dalam matriks berikut:

$$Y = \begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ \vdots \\ Y_i \\ \vdots \\ Y_n \end{bmatrix} ; \beta = \begin{bmatrix} \beta_0 \\ \beta_1 \\ \vdots \\ \beta_i \\ \vdots \\ \beta_k \end{bmatrix} ; \varepsilon = \begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \vdots \\ \varepsilon_i \\ \vdots \\ \varepsilon_k \end{bmatrix} ; X = \begin{bmatrix} 1 & X_{11} & X_{21} \dots X_{k1} \\ 1 & X_{12} & X_{22} \dots X_{k2} \\ \vdots & & \\ 1 & X_{1i} & X_{2i} \dots X_{ki} \\ \vdots & & \\ 1 & X_{1n} & X_{2n} \dots X_{kn} \end{bmatrix}$$

Penduga pada Koefisien Regresi Linier Berganda

Misalkan $\hat{\beta}$ sebagai penduga β merupakan vektor kolom dengan k baris, dapat ditulis:

$$\hat{\beta} = \begin{bmatrix} \beta_0 \\ \beta_1 \\ \vdots \\ \beta_k \end{bmatrix} \Rightarrow Y = X\hat{\beta} + e$$

sehingga diperoleh rumus,

$$e = Y - X\hat{\beta} \tag{2}$$

$$\begin{bmatrix} e_1 \\ e_2 \\ \vdots \\ e_i \\ \vdots \\ e_k \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ \vdots \\ Y_i \\ \vdots \\ Y_n \end{bmatrix} - \left[\begin{bmatrix} 1 & X_{11} & X_{21} \dots X_{k1} \\ 1 & X_{12} & X_{22} \dots X_{k2} \\ \vdots & & \\ 1 & X_{1i} & X_{2i} \dots X_{ki} \\ \vdots & & \\ 1 & X_{1n} & X_{2n} \dots X_{kn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \beta_0 \\ \beta_1 \\ \vdots \\ \beta_i \\ \vdots \\ \beta_k \end{bmatrix} \right]$$

$$\begin{aligned} e_i &= Y_i - \hat{\beta}_0 - \hat{\beta}_1 X_{1i} - \hat{\beta}_2 X_{2i} - ... - \hat{\beta}_i X_{ki} \\ \sum e_i^2 &= \sum \left(Y_i - \hat{\beta}_0 - \hat{\beta}_1 X_{1i} - \hat{\beta}_2 X_{2i} - ... - \hat{\beta}_i X_{ki} \right)^2 . \end{aligned} \tag{3}$$

Sembiring[5] menyatakan, estimasi vektor $\hat{\beta}$ dihitung dengan rumus matriks

$$\hat{\beta} = (X^tX)^{-1}X^tY, \tag{4}$$

dan penaksir variansi penduga ($\hat{\sigma}^2$) dihitung dengan rumus :

$$\begin{aligned} \hat{\sigma}^2 &= \frac{1}{n}(Y - X\hat{\beta})^t(Y - X\hat{\beta}) \\ \hat{\sigma} &= \sqrt{\hat{\sigma}^2} = \sqrt{\frac{1}{n}(Y - X\hat{\beta})^t(Y - X\hat{\beta})} \end{aligned} \tag{5}$$

dengan n = banyak data pengamatan.

Bentuk Persamaan *Fuzzy* Regresi Linier Berganda

Mashadi menyatakan, dalam statistika konvensional data yang diperoleh selalu data *real*, meskipun kenyataannya mustahil untuk mendapatkan data berupa bilangan *real* kecuali data diperoleh dari hasil membilang[2].

Analisa regresi adalah salah satu topik yang digunakan untuk menentukan model regresi antara beberapa variabel bebas dan variabel tak bebas. Dengan teori himpunan *fuzzy*, logika bahasa dapat diwakili oleh sebuah daerah yang mempunyai jangkauan tertentu yang menunjukkan derajat keanggotaan.

Rahni[4] menyatakan, bentuk hubungan linier antara variabel Y dengan tiga variabel bebas X_1, X_2 dan X_3 yang dibuat dalam *fuzzy* regresi linier berganda adalah

$$\bar{Y}(X_1, X_2, X_3) = \bar{a} + \bar{b}X_1 + \bar{c}X_2 + \bar{d}X_3 \tag{6}$$

dengan $\bar{a}$, $\bar{b}$, $\bar{c}$ dan $\bar{d}$: bilangan *fuzzy*,
X_1, X_2 dan X_3 : bilangan *real.*
Nilai *fuzzy* $\bar{a}$, $\bar{b}$, $\bar{c}$ dan $\bar{d}$ diperoleh dengan menggunakan α-*cut* yaitu:

$$\begin{aligned} \bar{a}\,[\alpha] &= [a_1(\alpha), a_2(\alpha)] \\ \bar{b}\,[\alpha] &= [b_1(\alpha), b_2(\alpha)] \\ \bar{c}\,[\alpha] &= [c_1(\alpha), c_2(\alpha)] \\ \bar{d}\,[\alpha] &= [d_1(\alpha), d_2(\alpha)] \end{aligned} \tag{7}$$

sehingga prediksi *fuzzy* $\bar{Y}(X_1, X_2, X_3)$ adalah:

$$\bar{Y} = [Y(X_1, X_2, X_3)_1(\alpha), (X_1, X_2, X_3)_2(\alpha), (X_1, X_2, X_3)_3(\alpha)] \tag{8}$$

Selang Kepercayaan

Dudewicz menyatakan, penaksiran selang adalah hal khusus dari persoalan teori keputusan yang berguna untuk pemahaman yang lebih mendalam tentang persoalan penaksiran selang dan ketunggalan pandangan yang diberikan pada statistika[1].

Pendugaan selang kepercayaan dapat dilakukan dengan cara estimasi interval yaitu pendugaan yang dibatasi oleh dua nilai yang disebut nilai batas bawah dan nilai batas atas. Untuk mendapatkan ketepatan suatu penaksir, misalnya a dan b untuk parameter θ yang diestimasi, yang tidak diketahui nilainya, didasarkan pada informasi sampel, maka,

$$P(a \leqslant \theta \leqslant b) = 1 - \alpha \tag{9}$$

ini menunjukkan peluang selang a dan b memuat θ ialah $1 - \alpha$.

Prediksi Selang Kepercayaan Regresi Linier Berganda

Tujuan estimasi hubungan pada regresi linier berganda adalah untuk memprediksi ekspektasi $Y(E(Y))$. Jika diharapkan nilai X pada periode $(n+1)$ ditunjukkan dengan vektor baris

$$d = \begin{pmatrix} 1 & X_{1,n+1} & X_{2,n+1} & \dots & X_{k,n+1} \end{pmatrix},$$

untuk prediksi nilai Y_{n+1} dapat digunakan

$$E\left(Y_{n+1}\right) = E\left(d^t\beta + \varepsilon_{n+1}\right) = d^t\hat{\beta}.$$

Dengan demikian $d^t\hat{\beta}$ berdistribusi normal, yaitu

$$d^t\hat{\beta} \sim N\left(d^t\beta, \sigma^2 d^t\left(X^tX\right)^{-1}d\right),$$

yang diuji dengan distribusi t. Rumusnya adalah:

$$t = \frac{d^t\hat{\beta}}{S\sqrt{d^t\left(X^tX\right)^{-1}d}}; \quad \text{dengan} \quad S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} e_i^2}{(n-k)}} \tag{10}$$

maka dengan tingkat kepercayaan sebesar $(1-\alpha)\,100\%$ diperoleh nilai selang kepercayaan untuk Y_{n+1} adalah

$$d^t\hat{\beta} \pm S\sqrt{1 + d^t\left(X^tX\right)^{-1}d}. \tag{11}$$

Penaksir *Fuzzy* Regresi Linier Berganda

Dalam selang kepercayaan penaksir *fuzzy* diasumsikan *E(Y)* merupakan fungsi linier dari variabel bebas (X). Fungsi linier dari tiga variabel bebas (X_1, X_2 dan X_3) dinyatakan dalam bentuk persamaan

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_3 + \beta_2 X_3 + \beta_3 X_3. \tag{12}$$

Koefisien persamaan regresi yang dibentuk akan ditaksir dengan menggunakan aturan *fuzzy* α-*cut*. Matriks $\left(X^tX\right)^{-1}$ dimisalkan sebagai matriks P dengan P_{ij} adalah diagonal utamanya. Perhitungan selang dengan tingkat kepercayaan $(1-\alpha)\,100\%$ adalah

$$P = (X^tX)^{-1}. \tag{13}$$

Perhitungan penaksir *fuzzy* regresi linier berganda dilakukan dengan langkah-langkah seperti berikut:

1. Menghitung selang kepercayaan koefisien *fuzzy* regresi, yaitu

   a. selang kepercayaan $\bar{\beta}_0 = \left[\beta_0 \pm t_{\frac{\alpha}{2}}\hat{\sigma}\sqrt{P_{11}}\right]$,

   b. selang kepercayaan $\bar{\beta}_1 = \left[\beta_1 \pm t_{\frac{\alpha}{2}}\hat{\sigma}\sqrt{P_{22}}\right]$,

   c. selang kepercayaan $\bar{\beta}_2 = \left[\beta_2 \pm t_{\frac{\alpha}{2}}\hat{\sigma}\sqrt{P_{33}}\right]$,

   d. selang kepercayaan $\bar{\beta}_3 = \left[\beta_3 \pm t_{\frac{\alpha}{2}}\hat{\sigma}\sqrt{P_{44}}\right]$.

   Dengan demikian model matematik *fuzzy* regresi linier berganda yang dibentuk adalah

   $$\bar{Y}(X_1, X_2, X_3) = \bar{\beta}_0 + \bar{\beta}_1 X_1 + \bar{\beta}_2 X_2 + \bar{\beta}_3 X_3 \tag{14}$$

2. Prediksi selang kepercayaan $E(Y)$ dengan rumus

   $$d\hat{\beta} \pm t_{\frac{\alpha}{2}}\hat{\sigma}\sqrt{d(X^tX)^{-1}d^t} \tag{15}$$

3. Prediksi nilai Y yang dihitung dengan rumus

$$d\hat{\beta} \pm t_{\frac{\alpha}{2}} \hat{\sigma} \sqrt{1 + d(X^t X)^{-1} d^t} \tag{16}$$

dengan menghitung nilai α-*cut*, *E(Y)* dan nilai prediksi Y, hasil perhitungan akan memberikan gambaran yang lebih luas mengenai interval yang dibentuk.

3. METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini tahap-tahap yang dilakukan adalah

1. Objek penelitian difokuskan pada tiga variabel bebas, yaitu jumlah penduduk, jumlah produksi padi dan jumlah produksi beras di Provinsi Sumatera Utara, serta variabel terikat adalah jumlah kebutuhan beras di Provinsi Sumatera Utara.
2. Jenis data adalah data sekunder berbentuk data seri waktu (*time series*) selama tahun 2000-2012 dari kantor Badan Ketahanan Pangan Provinsi Sumatera Utara Medan.
3. Menghitung koefisien garis regresi berganda dengan matriks.
4. Memprediksi selang kepercayaan $\bar{Y}(X_1, X_2, X_3)$ dengan α-$cut = 0$.
5. Memprediksi selang kepercayaan *E(Y)*.
6. Menghitung prediksi nilai Y.
7. Membuat kesimpulan.

4. PEMBAHASAN

Penentuan Nilai Koefisien-Koefisien Garis Regresi Linier Berganda

Data penelitian adalah data sekunder dari kantor Badan Ketahanan Pangan Provinsi Sumatera Utara dengan ketetapan bahwa 1 Kg padi menghasilkan 0,64 Kg beras (0,00064 ton) dan diasumsikan jumlah beras yang dikonsumsi penduduk Sumatera Utara 136,85 Kg perkapita/tahun (0,13685 ton perkapita/tahun). Sehingga penghitungan produksi beras adalah Jumlah produksi beras adalah 0,00064 x Jumlah produksi padi, sedangkan banyaknya beras yang dikonsumsi adalah 0,13685 x Jumlah Penduduk, yang disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1: Jumlah Penduduk, Jumlah Produksi Padi, Jumlah Produksi Beras dan Jumlah Kebutuhan Beras di Provinsi Sumatera Utara Tahun 2000-2012

No.	Tahun	Jumlah Penduduk (Juta Jiwa)	Jumlah Produksi Padi (Ton)	Jumlah Produksi Beras (Ton)	Jumlah Kebutuhan Beras (Ton)
1.	2000	11.513.973	3.514.253	2.249,12	1.575.687,21
2.	2001	11.722.548	3.291.515	2.106,57	1.604.230,69
3.	2002	11.847.075	3.153.305	2.018,12	1.621.272,21
4.	2003	11.890.399	3.403.075	2.177,97	1.627.201,10
5.	2004	12.123.360	3.418.782	2.188,02	1.659.081,82
6.	2005	12.326.678	3.447.394	2.206,33	1.686.905,88
7.	2006	12.643.494	3.007.636	1.924,89	1.730.262,15
8.	2007	12.834.371	3.265.834	2.090,13	1.756.383,67
9.	2008	13.042.317	3.340.794	2.138,11	1.784.841,08
10.	2009	13.248.386	3.527.899	2.257,86	1.813.041,62
11.	2010	12.982.204	3.582.302	2.292,67	1.776.614,62
12.	2011	13.103.596	3.607.403	2.308,74	1.793.227,11
13.	2012	13.215.401	3.715.514	2.377,93	1.808.527,63

Nilai koefisien regresi dihitung dengan menggunakan matriks. Dengan data pada Tabel 1 yang dibuat dalam matriks X dan Y.

$$Y = \begin{bmatrix} 1.575.687,21 \\ 1.604.230,69 \\ 1.621.272,21 \\ 1.627.201,10 \\ 1.659.081,82 \\ 1.686.905,88 \\ 1.730.262,15 \\ 1.756.383,67 \\ 1.784.841,08 \\ 1.813.041,62 \\ 1.776.614,62 \\ 1.793.227,11 \\ 1.808.527,63 \end{bmatrix} \quad ; \quad X = \begin{bmatrix} 1 & 11.513.973 & 3.514.253 & 2.249,12 \\ 1 & 11.722.548 & 3.291.515 & 2.106,57 \\ 1 & 11.847.075 & 3.153.305 & 2.018,12 \\ 1 & 11.890.399 & 3.403.075 & 2.177,97 \\ 1 & 12.123.360 & 3.418.782 & 2.188,02 \\ 1 & 12.326.678 & 3.447.394 & 2.206,33 \\ 1 & 12.643.494 & 3.007.636 & 1.924,89 \\ 1 & 12.834.371 & 3.265.834 & 2.090,13 \\ 1 & 13.042.317 & 3.340.794 & 2.138,11 \\ 1 & 13.248.386 & 3.527.899 & 2.257,86 \\ 1 & 12.982.204 & 3.582.302 & 2.292,67 \\ 1 & 13.103.596 & 3.607.403 & 2.308,74 \\ 1 & 13.215.401 & 3.715.514 & 2.377,93 \end{bmatrix}$$

Nilai vektor penduga parameter koefisien populasi ($\hat{\beta}$) adalah

$$\hat{\beta} = (X^t X)^{-1}(X^t Y),$$

$$\text{sehingga } \hat{\beta} = \begin{bmatrix} -0,0146484375 \\ 0,136849999253172 \\ 0,00048828125 \\ -0,75 \end{bmatrix}$$

Model regresi linier berganda yang diperoleh adalah:

$$\bar{Y} = -0,0146484375 + 0,136849999253172X_1 + 0,00048828125X_2 - 0,75X_3$$

artinya untuk

β_0 : rata-rata Y berkurang sebanyak -0,0146484375 jika X_1, X_2 dan X_3 tetap,

β_1 : rata-rata Y bertambah sebesar 0,136849999253172 untuk setiap perubahan satu unit variabel X_1 jika X_2 dan X_3 tetap,

β_2 : rata-rata Y bertambah sebanyak 0,00048828125 untuk setiap perubahan satu unit variabel X_2 jika X_1 dan X_3 tetap,

β_3 : rata-rata Y berkurang sebesar 0,75 untuk setiap perubahan satu unit variabel X_3 jika X_1 dan X_2 tetap.

Penentuan Selang Kepercayaan Penaksir *Fuzzy*

Dengan tingkat kepercayaan 95% maka nilai $\alpha = 0{,}05$, dengan nilai $t_\alpha = t_{(1-\frac{\alpha}{2})}$ dan derajat kebebasan $(n - k) = 10$ diperoleh nilai uji $t_{0{,}975;10} = 2{,}23$, sehingga model matematik *fuzzy* regresi linier berganda yang diperoleh adalah:

$$\bar{Y}(X_1, X_2, X_3) = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3$$
$$= [\,\text{-}3.290{,}8354 ;\ 2.660{,}4516] + [\,0{,}1366 ;\ 0{,}1371] X_1 + [\,\text{-}30{,}9540 ;\ 30{,}9547] X_2 + [\,\text{-}48.366{,}8636 ;\ 48.366{,}1136] X_3$$

dengan interval untuk:
β_0 = -3.290,8354 sampai 2.660,4516,
β_1 = 0,1366 sampai 0,1371,
β_2 = -30,9540 sampai 30,9547 dan
β_3 = -48.366,8636 sampai 48.366,1136.

Prediksi Nilai Y *Fuzzy*

Berdasarkan perhitungan penaksir *fuzzy* sebelumnya, diperoleh prediksi *fuzzy* dengan persamaan

$$\bar{Y}(X_1, X_2, X_3) = \bar{\beta}_0 + \bar{\beta}_1 X_1 + \bar{\beta}_2 X_2 + \bar{\beta}_3 X_3,$$

dengan data untuk prediksi kebutuhan beras di Provinsi Sumatera Utara tahun 2013-2015 disajikan dalam Tabel 2.

Tabel 2: Data Untuk Perhitungan Prediksi Y Tahun 2013-2015

Variabel	Tahun		
	2013	2014	2015
X_1 (Jlh. Penduduk)	13.356.252	13.498.604	13.642.474
X_2 (Jlh. Produksi Padi)	3.580.436,23076923	3.605.380,9010989	3.630.325,57142857
X_3 (Jlh. Produksi Beras)	2.291,47918769231	2.307,4437767033	2.323,40836571429

Tabel 2 merupakan data hasil ramalan dari masing-masing variabel untuk tiga tahun berikutnya, yang dibuat dalam satuan ton untuk jumlah produksi beras dan jumlah produksi padi, sedangkan jumlah penduduk dalam satuan jiwa. Hasil prediksi *fuzzy* regresi untuk jumlah kebutuhan beras di Provinsi Sumatera Utara tahun 2013-2015 tertera pada Tabel 3.

Tabel 3: Jumlah Kebutuhan Beras Provinsi Sumatera Utara Tahun 2013-2015 Berdasarkan Prediksi *Fuzzy* Regresi Linier Berganda

Tahun	Hasil *Fuzzy* Regresi Linier Berganda		
	Nilai $\bar{Y}(X_1, X_2, X_3)(\alpha)$	Nilai $E(Y)$	Nilai (Y)
2013	$\begin{pmatrix} -219.838.784,9 \\ ;\ 223.494.850,5 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 1.827.800,923 \\ ;1.827.864,501 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 1.827.762,201 \\ ;1.827.903,223 \end{pmatrix}$
2014	$\begin{pmatrix} -221.363.628,961 \\ ;\ 225.058.658,927 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 1.847.278,405 \\ ;1.847.349,174 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 1.847.241,586 \\ ;1.847.385,993 \end{pmatrix}$
2015	$\begin{pmatrix} -222.888.265,541 \\ ;\ 226.622.680,966 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 1.866.963,459 \\ ;1.867.041,752 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 1.866.928,486 \\ ;1.867.076,725 \end{pmatrix}$

Tabel 3 ditulis dalam bentuk interval, misalnya untuk tahun 2013 nilai $\bar{Y}(X_1, X_2, X_3)(\alpha)$ berada dalam interval -219.838.784,9 sampai 223.494.850,5 dan nilai $E(Y)$ berada dalam interval 1.827.762,201 sampai 1.827.903,223 serta nilai Y berada dalam interval 1.827.762,201 sampai 1.827.903,223. Dari Tabel 3 diketahui bahwa prediksi *fuzzy* mampu menggambarkan secara luas selang kepercayaan karena memuat nilai $E(Y)$ dan nilai Y.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan dapat disimpulkan

1. Bentuk persamaan regreresi linier berganda yang dibentuk dengan perhitungan matriks adalah
$$\bar{Y} = -0,0146484375 + 0,136849999253172X_1 + 0,00048828125X_2 - 0,75X_3$$
2. Jumlah kebutuhan beras Provinsi Sumatera Utara tahun 2013 berada pada interval 1.827.762,201 ton sampai 1.827.903,223 ton.
3. Jumlah kebutuhan beras Provinsi Sumatera Utara tahun 2014 berada pada interval 1.847.241,586 ton sampai 1.847.385,993 ton.
4. Jumlah kebutuhan beras Provinsi Sumatera Utara tahun 2015 berada pada interval 1.866.928,486 ton sampai 1.867.076,725 ton.
5. Hasil prediksi *fuzzy* mampu mengakomodasi nilai kemungkinan jumlah kebutuhan beras Provinsi Sumatera Utara karena memuat nilai E(Y) dan Y yang termuat dalam hasil prediksi interval *fuzzy* α-*cut*.

Daftar Pustaka

[1] Dudewicz Edward, J. *"Statistik Matematika Modern"*. ITB, Bandung, 1995.

[2] Mashadi. *Aplikasi Logika Fuzzy dan Fuzzy Analisis Dalam Berbagai Disiplin Ilmu dan Kehidupan*. 13 Februari 2010.

[3] Nasendi B, D. *"Program Linier dan Variasinya"*. Bumi Aksara, Jakarta, 2000.

[4] Rahni, Susanti. *Prediksi Fuzzy Pada Multiple Regresi Dalam Penentuan Selang Kepercayaan*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, USU, 2009.

[5] Sembiring, R.K. *"Analisis Regresi"*. ITB, Bandung, 1995.

RISTAULI PAKPAHAN: Department of Mathematics, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, University of Sumatera Utara, Medan 20155, Indonesia.
E-mail: rista_cista@yahoo.co.id

TULUS: Department of Mathematics, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, University of Sumatera Utara, Medan 20155, Indonesia.
E-mail: tulus@usu.ac.id

MARIHAT SITUMORANG: Department of Mathematics, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, University of Sumatera Utara, Medan 20155, Indonesia.
E-mail: marihatsitumorang63@gmail.com